

Motor exhaust gas filter - has filter layer with temp. and chemical resistance together with distributed supports

Patent Number: DE4125686
Publication date: 1993-02-04
Inventor(s): MANGOLD ANTON (DE); SPANNAGEL ULRICH (DE)
Applicant(s): OBERLAND MANGOLD GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE4125686
Application Number: DE19914125686 19910802
Priority Number(s): DE19914125686 19910802
IPC Classification: B01D46/30; C04B35/18; C04B35/48; C04B35/76; C04B35/80; F01N3/02
EC Classification: F01N3/021C, F01N3/022E, C04B35/76
Equivalents:

Abstract

The exhaust filter for motors, especially diesel motors, uses a material (14) resistant to temp. and chemicals. Supports are statistically distributed through the filter material. The filter supports are in a fibre structure or metal. The filter material is of ceramic fibres or zeolites, especially natrolite, mesolite or mordenite, with a bonding agent. Filter layers can be laid at the metal structure. The fibre material and/or the supports are coated with noble or base metals to give a catalytic action. The filter layers and the metal structure layers can be coiled in a spiral, in a number of layers, round a carrier support for the exhaust gas to pass through. The filter layers and the metal structure layers can be in a folded stack, formed into a point at the centre to give a pocket shape. The filter material is produced as a woven or nonwoven fabric, where the yarns have highly roughened fibres.
ADVANTAGE - The filter is stable and retains its shape, is not sensitive to thermal and mechanical effects, and can be produced easily in a number of forms.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenl gungsschrift
⑩ DE 41 25 686 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 01 N 3/02
B 01 D 46/30
C 04 B 35/48
C 04 B 35/18
C 04 B 35/76
C 04 B 35/80

②1 Aktenzeichen: P 41 25 686.7
②2 Anmeldetag: 2. 8. 91
④3 Offenlegungstag: 4. 2. 93

DE 41 25 686 A 1

⑦1 Anmelder:

Oberland Mangold GmbH, 8100
Garmisch-Partenkirchen, DE

⑦4 Vertreter:

Weber, O., Dipl.-Phys.; Heim, H., Dipl.-Ing.
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:

Mangold, Anton, 8100 Garmisch-Partenkirchen, DE;
Spannagel, Ulrich, 8031 Gilching, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Abgasfilter für Brennstoffkraftmaschinen

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Abgasfilter für insbesondere
dieselbetriebene Brennstoffkraftmaschinen mit einer ein-
oder mehrlagigen Anordnung von Filterlagen und planen
Metallstrukturlagen. Die Filterlage besteht aus einem faser-
artigen Filtermaterial, das statistisch von Stützkörpern
durchsetzt ist. Hierdurch lassen sich durch kostengünstige
Weise Filter in beliebigen Formen herstellen, die auch bei
einer größeren Rußpartikelbelastung nur zu einer geringeren
Erhöhung des Abgas-Gegendrucks neigen.

DE 41 25 686 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Abgasfilter für Brennstoffkraftmaschinen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Filter für Brennstoffkraftmaschinen werden zur Verringerung der Umweltbelastung durch die Verbrennungsabgase eingesetzt. Es werden hierbei unterschiedliche Anforderungen an den Filter gestellt, die sich teilweise widersprechen.

Zum einen soll der Filter insbesondere bei Verwendung von Dieselmotoren eine möglichst effiziente Filterung der Rußpartikel aus den Verbrennungsabgasen gewährleisten.

Auf der anderen Seite soll der Filter möglichst durchlässig sein, da durch einen erhöhten Abgasgegendruck die Effizienz des Dieselmotors verringert wird, was wiederum wiederum negative Auswirkungen auf die Umwelt hat.

In der DE 38 32 05 werden Filterkerzen mit einer Keramikfaserschicht beschrieben, die sich jedoch durch die Rußbelastung vor allem im Vollastbetrieb stark verdichtet und somit zu einer Verringerung der Durchlässigkeit bzw. zu einer Erhöhung des Abgasgegendrucks beiträgt.

Weiterhin sind formstabile Filter, z. B. Schaumkeramikfilter, aus der DE 35 41 444 bekannt, in denen zwar keine Verdichtung des Filtermaterials bei hoher Rußbelastung auftritt, die hingegen wiederum sehr empfindlich gegen thermische und mechanische Einflüsse sind. Ferner ist eine Anpassung derartiger Filterstrukturen an individuelle Formen für unterschiedliche Fahrzeugmodelle sehr kostenaufwendig.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Filter der gattungsgemäßen Art zu schaffen, der eine gute Formstabilität aufweist, der weitgehend gegen thermische und mechanische Einflüsse unempfindlich ist und der sich kostengünstig in verschiedenen Formen herstellen läßt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren gemäß Anspruch 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, bei einem Kompositfilter aus Filterlage und Metallstruktur die mechanische Stabilität der Filterlage zu erhöhen, ohne daß die Thermoschock-Empfindlichkeit dieser Lage zunimmt. Weiterhin wird die Zunahme der Formstabilität derart realisiert, daß sich die Filterlage elastisch an unterschiedliche Filterformen anpassen läßt.

Erfindungsgemäß werden die Filterwirkung und die Stützwirkung in der Filterlage von unterschiedlichen Materialien wahrgenommen. Die Filterlage besteht daher aus einem Filtermaterial mit hoher spezifischer Oberfläche, die jedoch keine Stützfunktion aufzuweisen braucht. In dieser Filterlage wird nun ein Stützmaterial statistisch verteilt eingebracht, wobei dieses Stützmaterial keinerlei Filterwirkung aufweist, sondern lediglich dazu führen soll, daß die Formstabilität der Filterlage gewahrt bleibt und keine Verdichtung der Filterlage, insbesondere bei höherer Rußbelastung auftritt. Die Durchlässigkeit des Filters bleibt daher auch bei einer stärkeren Rußbelastung im Vollastbetrieb der Dieselmotoren gewährleistet.

Als Filtermaterial lassen sich vorzugsweise keramische Fasermaterialien, insbesondere Zeolithe mit einer sehr hohen spezifischen Oberfläche verwenden. Diese

Fasermaterialien stellen eine sehr große Anlagerungsfläche für Rußpartikel zur Verfügung und sind darüber hinaus thermisch resistent, so daß sie den katalytischen Ausbrennvorgang zum Aufoxidieren der Rußpartikel schadlos überstehen. Besonders vorteilhaft sind die Zeolith-Formen Natrolith, Mesolith und Mordenit. Die Filterlage hat vorzugsweise eine Dicke von 1 bis 5 mm und eine Breite von 20 bis 100 mm. Diese Filterlage wird von einer gasdurchlässigen Metallstruktur, z. B. einem Metallgewebe, einem Lochblech, einem Streckgitter oder einem Sieb gebildet, wobei die plane Metallstruktur eine Dicke von 0,03 bis 0,5 mm und eine Breite von 40 bis 220 mm aufweist. In diese Metallstruktur wird die Filterlage eingeschlagen, so daß man einen Kompositverbund erhält, der sich sehr einfach auf Filter mit unterschiedlichen Formen, z. B. runde, ovale oder kegelförmige Zylinder aufwickeln läßt.

Die Stützelemente sind vorzugsweise aus Metallfasern gebildet, die in kostengünstiger Weise statistisch und homogen in das Filtermaterial hineingemischt werden. Diese Metallfasern geben dem Filtermaterial die notwendige Stabilität, um dessen Verdichtung entgegenzuwirken.

Vorzugsweise kann das Filtermaterial und/oder die Stützelemente mit katalytisch wirkenden Substanzen auf der Basis von Edel- und/oder Unedelmetallen imprägniert sein, um den Filter auf einem niedrigeren Belastungsniveau betreiben zu können. Eine Aufoxidierung der Rußpartikel erfolgt hier schon bei geringeren Temperaturen, so daß ein zu starkes Zusetzen des Filters verhindert wird.

Eine zusätzliche emissionsenkende Wirkung wird erreicht, wenn vor dem Filter ein Oxidationskatalysator angebracht wird, welcher durch Voroxidation gasförmiger Kohlenwasserstoffverbindungen mit dem ausreichend im Abgas vorhandenen Sauerstoff die Abgastemperatur anhebt und damit ein Beladungs-/Regenerations-Gleichgewicht im Rußfilter bei niedrigem Gegenruckniveau und somit einen ökonomischen Motorbetrieb ermöglicht.

Auch gasstromabwärts vom Filter kann ein Oxidationskatalysator angebracht sein, welcher die das Filter passierenden gasförmigen Kohlenwasserstoff oxidiert und somit zu umweltverträglichen Verbindungen umwandelt. Der Katalysator kann daher vor und/oder nach dem Filter angeordnet sein.

Der erfindungsgemäße Filter ermöglicht Filterwirkungsgrade von ca. 95% bei Partikelgrößen bis herab zu 0,1 µm. Die Temperaturbeständigkeit ist bis 1000°C gegeben, wobei der Filter eine hohe Beständigkeit gegen Thermoschock und aggressive Medien aufweist. Der Filter hat eine hohe Durchlässigkeit und ermöglicht eine einfache Regeneration, d. h. Oxidierung der angesammelten Rußpartikel.

Die Filterlage des Filters hat nur eine sehr geringe Tiefe, wodurch örtlich nur eine entsprechend geringe Partikelbelastung auftritt. Deshalb verdichtet sich das locker gelegte Fasermaterial kaum und eine Erhöhung des Abgas-Gegendrucks unterbleibt weitgehend. Durch eine Sandwich-Konstruktion kann weiterhin eine mehrstufige Filterung erzielt werden.

Dadurch, daß das Filterband für verschiedene Filterformen verwendet werden kann, ist eine Reduzierung des Aufwandes für die Lagerhaltung möglich.

Das Filtermaterial mit der faserigen oder bändchenartigen Struktur sollte ein Porenvolumen von 40 bis 80% aufweisen. Das Filtermaterial sollte mit den Stützkörpern zu einem homogenen Gemisch vermischt wer-

den, damit eine weitgehend gleichmäßige Filter- und Stützfunktion über die gesamte Filterlage gewährleistet bleibt.

Als Fasermaterial eignet sich aufgrund seiner molekularen Struktur, seiner damit verbundenen katalytischen Aktivität und seiner großen spezifischen Oberfläche und den damit verbundenen Zündtemperatur senkenden Eigenschaften vor allem

Natrolith $\text{Na}_{16}(\text{AlO}_2)_{16}(\text{SiO}_2)_{24} \times 16 \text{ H}_2\text{O}$,
Mordenit $\text{Na}_8(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{40} \times 24 \text{ H}_2\text{O}$ oder
Mesolith $\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{SO}_3\text{O}_{10})_3 \times 8 \text{ H}_2\text{O}$

in faseriger Ausbildung.

Diese Fasern erhöhen zusätzlich zu den oben genannten Eigenschaften die im Filter vorhandene Temperatur durch die Adsorption von Wasserdampf aus dem Abgas in den hydrophilen Hohlraum ihrer Molekularstruktur und ermöglichen so die bessere Regeneration der Rußbelastung. Das adsorbierte Wasser wird durch Regeneration der Zeolithe bei Temperaturen oberhalb 300°C wieder ausgetrieben.

Die Herstellung eines Rußfilters ist auf einfache Weise möglich, wenn die Filterbestandteile, d. h. das Filtermaterial und die Stützelemente zusammen mit einem Binder in einem Tauchbad verrührt werden. Durch die Einführung eines feingelochten Stützrohrs in das Tauchbad wird Flüssigkeit abgesaugt, so daß sich die Fasern und die Stützelemente um das Stützrohr anlagern. Danach wird das Stützrohr getrocknet. Auf diese Weise entsteht ein flexibler, gasdurchlässiger Körper. Mit diesem Herstellungsverfahren ist eine völlig freie Formgebung des Rußfilters möglich.

Die Stützkörper können auch als Fasern aus modifiziertem Glas, zerspanter oder verdüster Stahllegierung oder aus verdünnten Keramikfasern mit einem Durchmesser von 6 bis 15 μm gebildet sein. Diese Fasern gewährleisten unter anderem aufgrund ihrer hohen Elastizität eine sehr gute Formbeständigkeit der Filterlage.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise in der schematischen Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen zylindrischen Filter;

Fig. 2 einen Querschnitt II-II aus Fig. 1;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen gewickelten kerzenförmigen Filter und

Fig. 4a und 4b zwei Ausführungsformen eines im Tauchverfahren hergestellten Kerzenfilters und

Fig. 4c einen Querschnitt C-C aus Fig. 4b.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen zylindrischen Wickelfilter 10 für die Abgase einer dieselmotortriebenen Verbrennungskraftmaschine. Der Abgasfilter 10 besteht aus einem gasdurchlässigen Metallaußenzylinder 12, in dem eine Kompositstruktur von Filterlage 14 und einer planen Metallstruktur 16 zu einem hohlzylindrischen Filterkörper aufgewickelt sind. Zur Innenseite hin ist der Hohlzylinder wiederum durch einen gasdurchlässigen Metallzylinder 18 abgeschlossen. Dieser Filter 10 wird in einem Filtergehäuse derart angeordnet, daß der Abgasstrom A an einer Stirnseite des Innenzylinders 18 einströmt, durch die Lagen 14, 16 und den Außenzylinder 12 gemäß den Pfeilen B aus Fig. 1 hindurchströmt. Um diesen Strömungsverlauf zu erreichen, ist eine Stirnseite 20 des Innenzylinders 18 durch eine Abdeckplatte 20 verschlossen. Die Filterlage 14 ist aus einem keramischen Fasermaterial gebildet, das von dickeren Stützfasern aus Metall, Glas oder Keramik durchsetzt ist. Durch die Stützfasern wird die Formstabilität der

Filterlage 14 gewährleistet. Die Metallstruktur 16 ist durch ein 0,2 mm dickes Metallgewebe gebildet. Der Filter 10 ist sehr unempfindlich gegen mechanische und chemische Beanspruchung und erlaubt auch eine Regeneration bei Ausbrenntemperaturen bis zu 1000°C . Eine weitere Ausführungsform eines Abgasfilter ist in Fig. 3 dargestellt.

Dieser Abgasfilter 30 besteht aus einem Stützkörper 31, auf den ein Kompositverbund aus einer Filterlage 32 und einer Metallgewebelage 34 aufgewickelt ist. Die Lagen 32, 34 werden beim Aufwickeln axial verschoben, so daß immer maximal drei Kompositlagen 32, 34 aufeinander zu liegen kommen. Ein derartiger Abgasfilter hat einen sehr geringen Abgasgegendruck und läßt sich problemlos auch in durchmesser kleinere Abgasrohre integrieren.

Die Fig. 4a bis 4c zeigen einen im Tauchverfahren hergestellten Kerzenfilter 40 in einer gestreckten und einer gebogenen Ausführung. Da sich die Abgasfilter 40 nur durch ihre Form unterscheiden, werden nachfolgend identische Teile dieser Filter mit identischen Bezugszeichen versehen.

Die Filter 40 haben einen kegelförmigen, formstabilen und gasundurchlässigen Stützkörper 42. Dieser wird in ein Tauchbad eingetaucht, in dem sich keramisches Fasermaterial und metallische Stützfasern und ein Bindemittel befinden. Die Fasern lagern sich an dem Stützkörper 42 an und bilden beim Trocknen nach dem Herausziehen aus dem Tauchbad eine Filterlage 44 zur Erhöhung der Stabilität. Zur Stabilität wird auf diese Filterlage 44 eine dünne, gasdurchlässige Metallstruktur 46 aufgebracht und wiederum in das Tauchbad eingetaucht. Dieser Vorgang wird dreimal wiederholt, so daß sich an dem Stützkörper 42 drei Faserlagen 44 ausbilden, die mit drei Lagen der Metallstrukturen 46 alternieren. An der durchmessergrößeren Stirnseite des Kegels befindet sich die Gaseintrittsöffnung 48. Der Stützkörper 42 mit den Filterlagen 44 ist in ein Metallgehäuse 50 eingebaut, so daß der Abgasstrom von der Innenseite des Stützkörpers 42 durch die Filterlagen 44 zu einer an der Außenseite des Stützkörpers 42 angeordneten Gasaustrittsöffnung 52 geleitet wird.

Der Vorteil dieses Tauchverfahrens für die Herstellung von Abgasfiltern besteht darin, daß sich ohne technische Schwierigkeiten beliebige Filterformen realisieren lassen. Es ist auch hier anzumerken, daß der dargestellte Kerzenfilter 40 eine Unterbringung in Abgasrohre mit geringem Durchmesser erlaubt, wobei durch die Möglichkeit zur Fertigung gekrümmter Filter auch eine Unterbringung unter räumlich beengten Verhältnissen in einem Kraftfahrzeug möglich ist.

Patentansprüche

1. Abgasfilter für insbesondere dieselmotortriebene Brennstoffkraftmaschinen mit der alternierenden Anordnung, mindestens eine Filterlage aus einem Filtermaterial mit hoher spezifischer Oberfläche und mindestens einer Lage einer planen, porösen Metallstruktur, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtermaterial (14) aus einem temperatur- und chemikalienresistenten Fasermaterial besteht, das von Stützkörpern durchsetzt ist, die im Fasermaterial statistisch verteilt angeordnet sind.
2. Abgasfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützkörper Faserstruktur aufweisen.
3. Abgasfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Stützkörper aus Metall bestehen.

4. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtermaterial aus keramischen Fasern gebildet ist. 5

5. Abgasfilter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtermaterial aus Zeolithen, insbesondere Natrolith, Mesolith oder Mordenit besteht.

6. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtermaterial mit einem Bindemittel versehen ist. 10

7. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterlage (44) an die Metallstruktur (42) angelagert ist. 15

8. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Fasermaterial und/oder die Stützkörper auf der Basis von Edel- oder Unedelmetallen katalytisch wirksam beschichtet sind. 20

9. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterlagen (34) und die Metallstruktur (36) spiralförmig in mehreren Lagen auf einen tragenden, gasdurchlässigen Stützkörper (31) aufgewickelt sind. 25

10. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterlagen (34) und die Lagen der Metallstruktur als Faltstapel übereinandergelegt und spitzwinklig in der Mitte abgeknickt sind und die Form einer Tasche bilden. 30

11. Abgasfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtermaterial in der Art eines Vlieses oder eines verwebten Garns ausgebildet ist. 35

12. Abgasfilter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelfasern des Garns stark aufgerauht sind.

13. Verfahren geeignet zur Herstellung eines Abgasfilters nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Filter und Stützfasern für eine Filterlage in einem mit einem Binder versehenen Tauchbad homogen verteilt werden und daß ein Filterkörper (42) aus einer porösen Metallstruktur im Tauchverfahren mit der Filterlage beschichtet wird. 45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

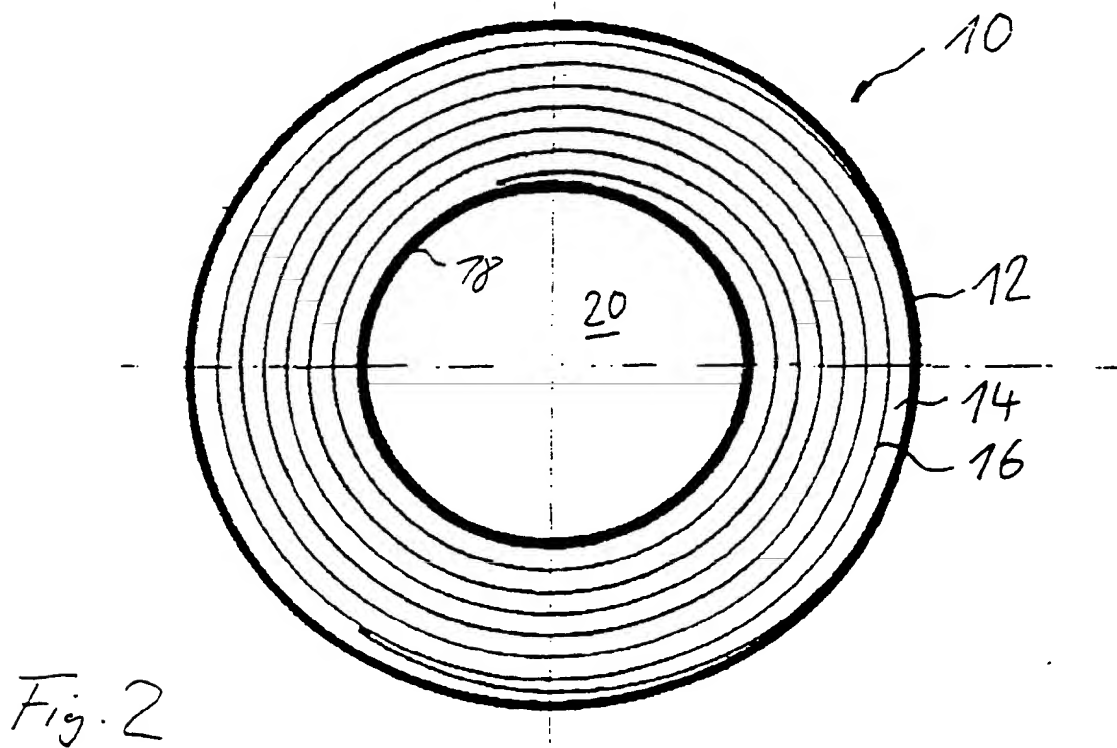
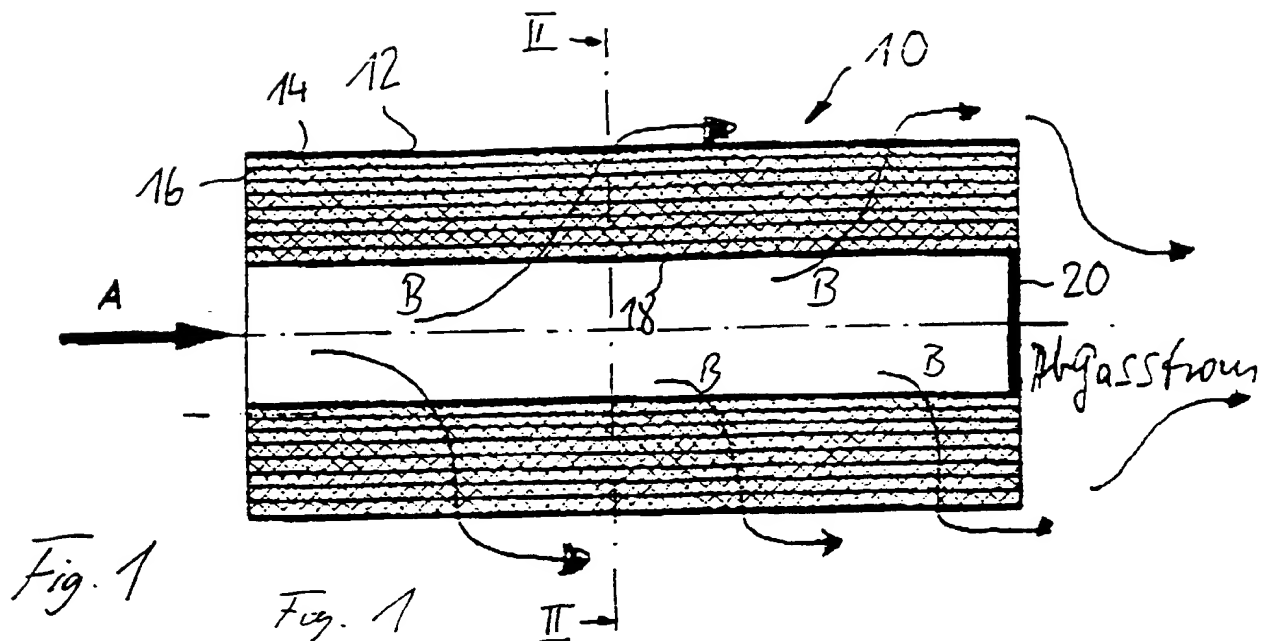
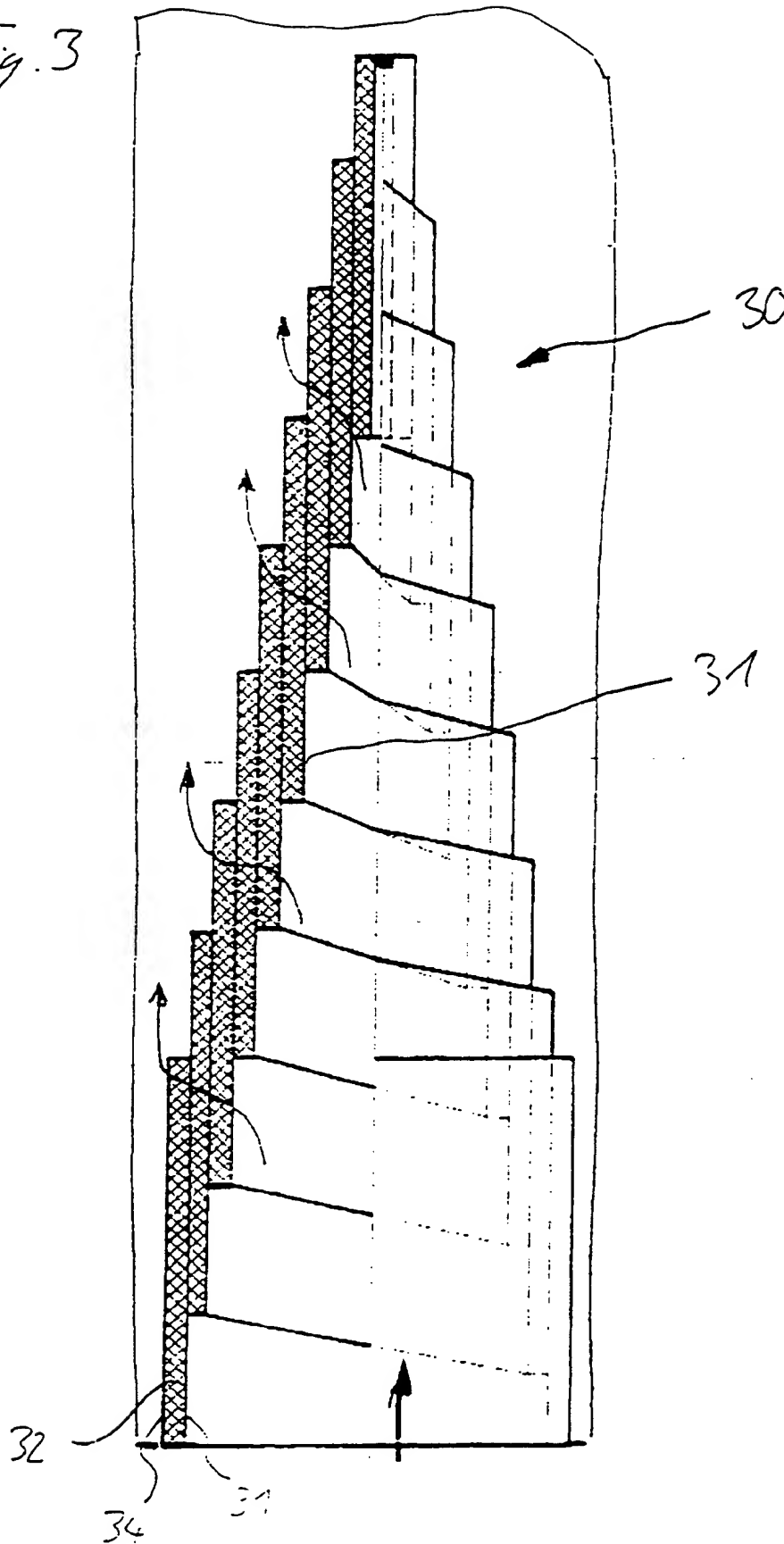


Fig. 3



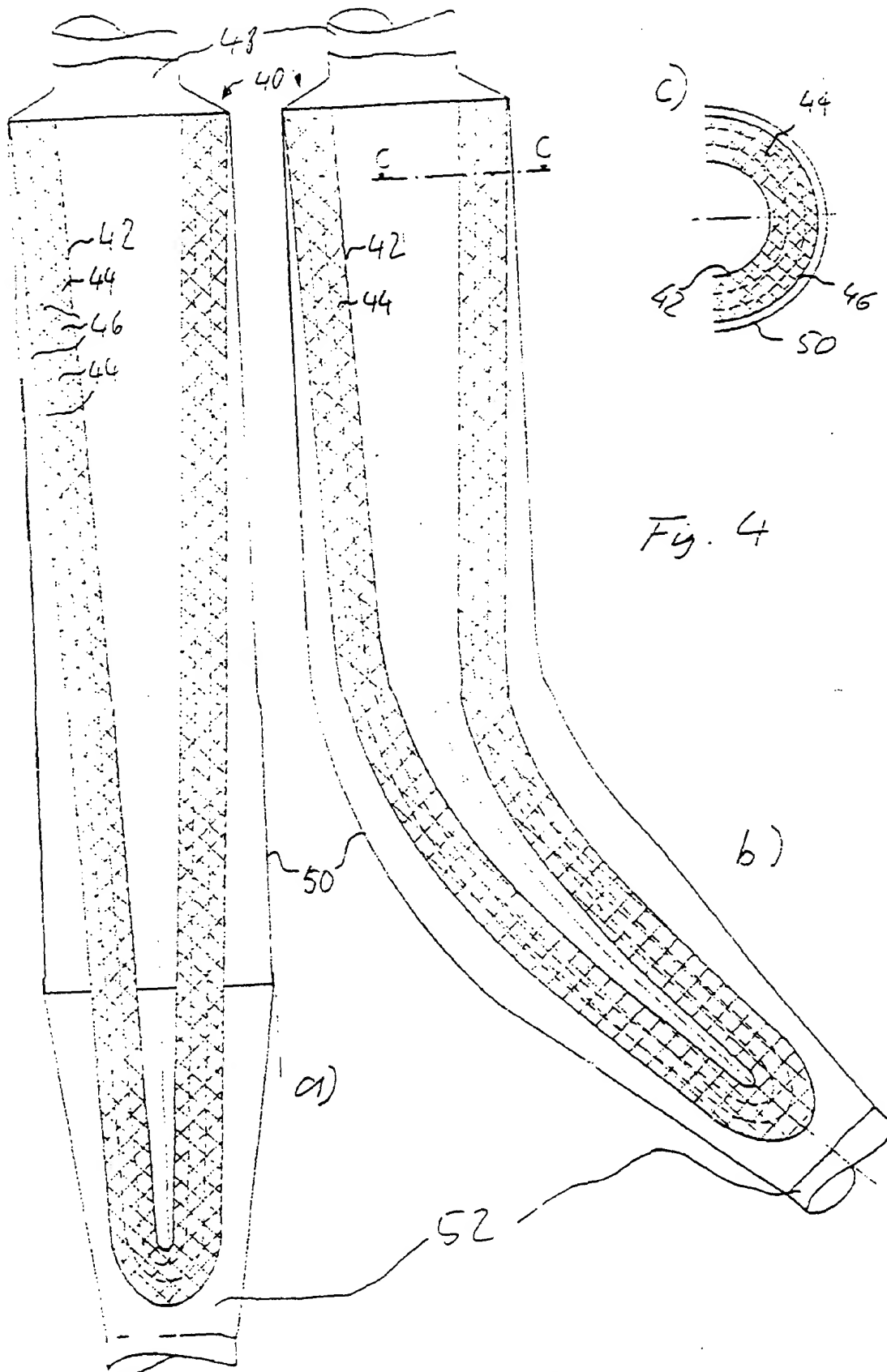


Fig. 4